



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



Veröffentlichungsnummer: **0 505 928 A2**

12

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

21 Anmeldenummer: 92104811.2

51 Int. Cl.⁵: H01L 21/268, H01L 21/00

22 Anmeldetag: 19.03.92

30 Priorität: 26.03.91 DE 4109956

43 Veröffentlichungstag der Anmeldung:
30.09.92 Patentblatt 92/40

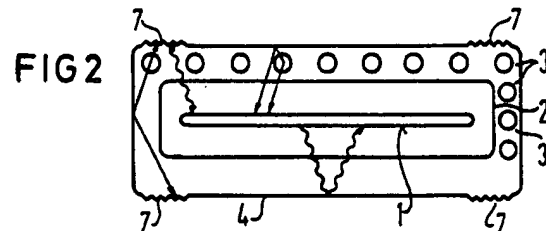
84 Benannte Vertragsstaaten:
DE FR GB IT

71 Anmelder: **SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT**
Wittelsbacherplatz 2
W-8000 München 2(DE)

72 Erfinder: **Kakoschke, Ronald, Dr. rer. nat.**
Karlsbergstrasse 11
W-8000 München 71(DE)

54 Verfahren zum Kurzzeittempern einer Halbleiterscheibe durch Bestrahlung.

57 Das Verfahren zum Kurzzeittempern einer Halbleiterscheibe durch elektromagnetische Bestrahlung, mit einer Bestrahlungsanordnung zur Erwärmung der vorzugsweise von einer Quarzkammer umgebenen Halbleiterscheibe (1) sieht vor, daß eine Bestrahlungsanordnung, insbesondere ein Reflektordesign verwendet wird, die so beschaffen ist, daß bei Ausführung des Verfahrens die Halbleiterscheibe (1) so bestrahlt wird, daß eine gleiche Temperatur im mittleren (6) und im Randbereich (5) der Halbleiterscheibe (1) mittels einer je für sich über der Halbleiterscheibe (1) homogenen Intensitätsverteilung des Lichts und der Wärmeabstrahlung der Halbleiterscheibe (1) erzielt wird. Das Verfahren dient der Verbesserung von Kurzzeittemperverfahren bei der Herstellung integrierter Halbleiterschaltungen.



Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Kurzzeittempern einer Halbleiterscheibe durch elektromagnetische Bestrahlung, mit einer Bestrahlungsanordnung zur Erwärmung der vorzugsweise von einer Quarzkammer umgebenen Halbleiterscheibe, die aus mehreren Lichtquellen besteht, durch deren Licht die Halbleiterscheibe mindestens einseitig bestrahlt wird, sowie aus einer als Reflektor verwendeten Reflektionskammer, die die Halbleiterscheibe und die Lichtquellen ganz einschließt.

Ein derartiges Verfahren ist beispielsweise aus der EP-OS 0 345 443 bekannt.

Bei der Herstellung elektronischer Bauelemente auf Halbleiterscheiben auf Silizium- oder Galliumarsenidbasis gewinnen Kurzzeittemperverfahren (englisch: Rapid Thermal Processing = RTP oder Rapid Thermal Annealing = RTA) immer mehr an Bedeutung. Deren Hauptvorteile, eine verringerte Temperaturbelastung und ein rationeller Fertigungsprozeß, werden unter anderem bei der Herstellung dünner Dielektrika, bei Silizierungsreaktionen und beim Verfließen von Schichten, z. B. aus Borphosphorsilikatglas, ausgenutzt. Dabei werden die Halbleiterscheiben einzeln in eine Prozeßkammer gefahren und dann unter definierter Atmosphäre durch Bestrahlung mit einer intensiven Lichtquelle sehr schnell und möglichst homogen aufgeheizt. Ein typischer Temperatur-Zeit-Zyklus ist z. B. eine Aufheizrate von 300°C/sec auf 1100°C, eine anschließende Temperzeit von 5 sec bei 1100°C und eine Abkühlrate von 100°C/sec.

Eine wichtige Voraussetzung zur Erzielung hoher Ausbeuten bei Kurzzeittemperprozessen ist eine ausreichend homogene Temperaturverteilung über der Halbleiterscheibe. Diese Anforderung stellt jedoch vor allem bei großen Halbleiterscheibendurchmessern ein noch nicht befriedigend gelöstes Problem dar, das im folgenden anhand von FIG 1 erläutert wird.

In FIG 1 ist ein weitverbreiteter RTP-Anlagentyp schematisch und im Schnitt dargestellt. Die aufzuheizende Halbleiterscheibe 1 befindet sich üblicherweise in einer Quarzkammer 2. Die Lichtquelle besteht aus zwei Reihen von Quarz-Halogen-Lampen (Lampenbänke 3). Der Reflektor in Form einer quaderförmigen Reflektionskammer 4, der die Lampen und die Halbleiterscheibe 1 umschließt, sorgt einerseits dafür, daß möglichst geringe Verluste des Lampenlichts auftreten, andererseits auch dafür, daß die Verluste durch die Wärmeabstrahlung von der heißen Halbleiterscheibe 1 gering gehalten werden. Bei vielen RTP-Systemen ist es nur dann möglich, hohe Temperaturen (> 1100°C) und ein schnelles Hochheizen zu erzielen, wenn die von den Lampenbänken abgedeckte Fläche größer als die Waferfläche ist und die Verluste minimal gehalten werden.

In FIG 1 ist das von den Lampen abgestrahlte

und möglicherweise ein- oder mehrfach an den Wänden der Reflektionskammer 4 reflektierte Licht durch durchgezogene Pfeile, die Wärmeabstrahlung hingegen durch gewellte Pfeile angedeutet.

Aus der obengenannten europäischen Patentanmeldung ist bekannt, daß sich aufgrund der zusätzlichen Fläche am Halbleiterscheibenrand 5 die Wärmeabstrahlung dort erhöht, was zu einer gegenüber der Halbleiterscheibenmitte 6 verringerten Temperatur führt. Eine homogene Intensitätsverteilung des Lichts hat - zusammen mit der inhomogenen Intensitätsverteilung der Wärmeabstrahlung - deshalb eine insgesamt inhomogene Temperaturverteilung über der Halbleiterscheibe 1 zur Folge. Eine bekannte Möglichkeit dies zu korrigieren, besteht darin, den Halbleiterscheibenrand 5 mit - im Vergleich zur Halbleiterscheibenmitte 6 - erhöhter Intensität zu bestrahlen, wobei das Verhältnis der Intensitäten während des gesamten Temperprozesses konstant ist. Im Ergebnis stellt sich bei diesem Verfahren zwar eine homogene Temperaturverteilung ein, jedoch wird die Solltemperatur erst nach einer gewissen Zeit erreicht, die von der thermischen Masse der Halbleiterscheibe 1 und dem Betrag der Solltemperatur abhängt und für 6-Zoll-Scheiben etwa 5 bis 10 sec beträgt. Gebiete am Halbleiterscheibenrand 5 können deshalb bei kurzen Temperzeiten (5 sec) im Mittel eine um bis zu 50°C höhere Temperaturbelastung als Gebiete in der Halbleiterscheibenmitte 6 erfahren.

Der unterschiedliche Temperatur-Zeit-Verlauf am Rand und in der Mitte der Halbleiterscheibe wirkt sich letztlich negativ auf die Ausbeute, insbesondere bei großen Scheiben, in der Produktion von elektronischen Bauelementen auf Siliziumbasis aus. Im genannten Stand der Technik wird deshalb vorgeschlagen, die zusätzliche Wärmeabstrahlung im Randbereich der Halbleiterscheibe durch eine zusätzliche, auf den Randbereich gerichtete Bestrahlung auszugleichen, deren Intensität jedoch zeitlich veränderbar ist und mittels Temperaturmessung oder anhand vorherberechneter Kurvenwerte so gesteuert wird, daß sich insgesamt eine homogene Temperaturverteilung während des gesamten Temperprozesses einstellt. Konkret wird als Mittel zur zusätzlichen Bestrahlung beispielsweise ein zusätzlicher Reflektionsschirm mit halbkreisförmig gewölbtem Querschnitt vorgeschlagen, der so um den Halbleiterscheibenrand angeordnet wird, daß die von dort ausgehende Wärmeabstrahlung selbstregelnd wieder auf den Halbleiterscheibenrand zurückreflektiert wird. Bei einem weiteren Ausführungsbeispiel mit quaderförmiger, die Lampen ganz umschließender Reflektionskammer wird vorgeschlagen, zum Ausgleich der Temperaturunterschiede über der Halbleiterscheibe den Abstand Reflektor-Halbleiterscheibe zu variieren. Dieses bekannte Verfahren ist jedoch aufgrund der komple-

zen Regelung und/oder zusätzlicher Lichtquellen relativ aufwendig und außerdem kompliziert zu handhaben.

Grundsätzlich ist die Temperaturverteilung über die Halbleiterscheibe durch die Verteilung der folgenden zwei Strahlungsbeiträge bestimmt:

1. Intensitätsverteilung des Lampenlichts einschließlich Mehrfachreflexionen an der Scheibe und am Reflektor
2. Intensitätsverteilung der Wärmeabstrahlung der Scheibe, die gegebenenfalls auf diese zurückreflektiert wird (gleichbedeutend mit einer Verminderung der Verluste relativ zu dem Fall ohne Rückreflektion).

Weiter oben wurde bereits die Möglichkeit angedeutet, inhomogene Verluste, die im allgemeinen am Scheibenrand größer sind als in der Mitte, durch Erhöhung der Intensität des Lampenlichts am Rand der Scheibe relativ zur Scheibenmitte zu kompensieren. Die Lampenintensität kann aber nur so eingestellt werden, daß eine Kompensation nur für einen bestimmten Temperatur-Zeit-Zyklus erfolgt. Sie muß daher spezifisch für jeden Zyklus neu angepaßt werden, da sonst bei kürzeren Zeiten oder schnellerem Hochheizen die transiente Temperaturverteilung, oder umgekehrt bei längeren Zeiten oder langsamerem Hochheizen die stationäre Temperaturverteilung an Gewicht gewinnt. Die Problematik besteht unter anderem darin, daß zwar Maßnahmen bekannt sind, die z. B. die gleichmäßige Verteilung der Verluste verbessern, diese Maßnahmen andererseits jedoch gleichzeitig die Verteilung des Lampenlichts verschlechtert. Auch ein Verzicht auf Reflexion der Wärmeabstrahlung der Scheibe durch Verwendung einer sogenannten schwarzen Kammer führt nicht zum Ziel. Zum einen werden die Verluste so groß, daß sehr leistungsstarke Lampen mit erhöhtem Platzbedarf - nicht zuletzt auch für die Stromversorgung - eingesetzt werden müssen. Da außerdem eine beidseitige Bestrahlung nötig ist, um durch Strukturen verursachte Temperaturgradienten im Wafermaterial zu vermeiden, würden derartige Apparaturen sehr groß. Auch alle anderen bisher vorgeschlagenen Lösungen sind nicht ohne nachteilige Aspekte.

Aufgabe der Erfindung ist es, ein Verfahren der eingangs genannten Art anzugeben, das auf einfache Weise eine hohe Homogenität der Temperaturverteilung zwischen Zentrum und Peripherie der Halbleiterscheibe während des gesamten Temperprozesses gewährleistet.

Die erfindungsgemäße Aufgabe wird durch ein Verfahren der eingangs genannten Art gelöst, daß dadurch gekennzeichnet ist, daß eine Bestrahlungsanordnung, insbesondere ein Reflektordesign, verwendet wird, die so beschaffen ist, daß bei Ausführung des Verfahrens die Halbleiterscheibe so bestrahlt wird, daß eine gleiche Temperatur im middle-

ren und im Randbereich der Halbleiterscheibe mittels einer je für sich über der Halbleiterscheibe homogenen Intensitätsverteilung des Lichts und der Wärmeabstrahlung der Halbleiterscheibe erzielt wird.

Weiterbildungen der Erfindung sind Gegenstand von Unteransprüchen.

Der Erläuterung von Ausführungsbeispielen der Erfindung werden folgende für das Verständnis der Wirkungsweise des erfindungsgemäßen Verfahrens wesentliche Überlegungen vorangestellt.

Die detaillierte Versuchung der Ursachen für inhomogene Intensitätsverteilungen der obengenannten beiden Strahlungsbeiträge ergab, daß Wärmestrahlung, welche weit genug entfernt vom Scheibenrand und unter einem kleinen Winkel zur Scheibennormalen emittiert wird, bereits nach einer Reflexion auf die Scheibe zurückgelangt, während nahe dem Scheibenrand unter kleinem Winkel emittierte Wärmestrahlung erst nach mehreren Reflexionen, bei denen bevorzugt wieder der Scheibenrand getroffen wird, auf die Scheibe zurückgelangt. Ähnlich gelangt Licht, welches weit genug von der Projektion des Scheibenrands (aber innerhalb der Projektion) auf die Ebene der Lampenbank und unter einem kleinen Winkel zur Scheibennormalen emittiert wird, direkt oder spätestens nach einer Reflexion auf die Scheibe, während Licht, das unter kleinem Winkel innerhalb der Projektion in der Nähe des Scheibenrandes emittiert wird, erst nach mehreren Reflexionen auf die Scheibe zurückgelangt. Dabei wird wiederum bevorzugt der Scheibenrand getroffen. Innerhalb der Projektion gilt hinsichtlich Wärmeabstrahlung und Bestrahlung mit Licht gleichermaßen, daß ihre Intensitätsverteilung homogen wäre, wenn das Reflexionsvermögen des Reflektormaterials ideal wäre. In der Praxis ist der Wert der Reflektivität jedoch nicht 1 sondern seine typischen Werte sind 0,9 bis 0,95. Aus diesem Grund ist am Scheibenrand die Intensität der zurückreflektierten Wärmeabstrahlung und die Intensität des Lampenlichts wegen der Mehrfachreflexionen geringer.

Wird andererseits Licht außerhalb der Scheibenprojektion unter kleinen Winkeln zur Scheibennormalen emittiert, so führt dies zu einer zusätzlichen Bestrahlung des Scheibenrandes, d. h. zu einer Intensitätserhöhung. Entsteht mehr Licht außerhalb der Scheibenprojektion als zur Kompensation der Verluste durch Mehrfachreflexionen notwendig ist, so hat dies zur Folge, daß die Intensität des Lampenlichts am Waferrand höher als in der Scheibenmitte ist. Die zurückreflektierte Wärmeabstrahlung dagegen ist in jedem Fall am Scheibenrand niedriger.

Da sich ferner herausstellte, daß Licht, welches unter einem großen Winkel zur Scheibennormalen abgestrahlt wird, sich in allen Fällen gleichmäßig

Über der Halbleiterscheibe verteilt, wird angestrebt, einen Reflektor zu entwerfen, bei dem sowohl die Intensitätsverteilung des Lampenlichts als auch die Verluste durch Wärmeabstrahlung homogen sind.

Im folgenden wird die Erfindung anhand mehrerer Ausführungsbeispiele und der Zeichnung näher erläutert. Es zeigen

FIG 2 schematisch und im Schnitt als erstes Ausführungsbeispiel eine Anordnung zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens

FIG 3 und 4 weitere Ausführungsbeispiele von Anordnungen zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens

FIG 5 die Verteilung der Temperatur über der Halbleiterscheibe beim Stand der Technik und beim erfindungsgemäßen Verfahren, jeweils in Abhängigkeit vom Abstand zur Scheibenmitte.

In FIG 2, in der wie in den folgenden FIG 3 und 4 gleiche Bezeichnungen die gleiche Bedeutung wie in FIG 1 haben, ist im Gegensatz zu FIG 1 eine primär einseitige Bestrahlung der Oberseite der Halbleiterscheibe 1 durch eine parallel zur Stirnfläche der Halbleiterscheibe 1 angeordnete Lampenbank 3 dargestellt. Sofern die Platzverhältnisse es erlauben, ist es jedoch hier und in den folgenden Ausführungsbeispielen vorteilhaft, auch anders angeordnete Lichtquellen zu verwenden.

FIG 2 zeigt eine quaderförmige Reflektionskammer 4, in deren Reflektorwände Rückstrahler 7, vorzugsweise Tripelspiegel oder Spiegellinsen angeordnet sind. Die Rückstrahler 7 können, wie dargestellt, in den Randbereichen der oberen und unteren Reflektorwand eingebaut werden, sie können jedoch auch die gesamte Fläche der Reflektorwände bedecken. Durch die Rückstrahler werden Mehrfachreflexionen von Licht und Wärmeabstrahlung mit kleinem Winkel zur Scheibennormalen am Scheibenrand verhindert, wobei jedoch die hohe Reflektivität des Reflektors, die ansonsten durch Wahl von Gold oder Aluminium als Material für die Reflektorwände sichergestellt wird, weitestgehend beibehalten wird. Wärmeabstrahlung und Licht innerhalb der Scheibenprojektion (mit kleinem Winkel und nahe dem Scheibenrand) werden durch die Rückstrahler 7 in sich zurückreflektiert und gelangen bereits nach einer Reflexion wieder auf die Halbleiterscheibe 1. Andererseits wird Lampenlicht, welches außerhalb der Scheibenprojektion unter kleinem Winkel emittiert wird und, wie weiter oben beschrieben, zu einer Intensitätserhöhung am Scheibenrand führen würde, zwischen den Rückstrahlern 7 der oberen und unteren Reflektorwand hin- und herreflektiert und gelangt nicht auf die

Halbleiterscheibe 1.

Bei einer der häufig benutzten quaderförmigen Reflektionskammern 4 wirken die Ecken teilweise als Rückstrahler 7 (Tripelspiegel). Die Höhe derartiger Reflektionskammern ist üblicherweise kleiner als deren Breite bzw. als deren Tiefe. Die reflektierten Strahlen laufen aufgrund der Quaderform jedoch nicht in sich zurück, sondern sind parallel versetzt. Verwendet man eine würfelförmige Reflektionskammer, deren Kantenlänge etwa 1,3 mal größer als der Scheibendurchmesser ist, so wird durch diese Anpassung der Kantenlänge an den Scheibendurchmesser die Rückstrahlerwirkung optimal ausgenutzt und die Intensitätsverteilung der zurückreflektierten Wärmeabstrahlung ist sehr homogen. Um auch die Intensitätsverteilung des Lampenlichts homogen werden zu lassen, werden die Lampen so angeordnet, daß nur soviel Licht außerhalb der Scheibenprojektion entsteht, als zur Kompensation der Verluste durch mehrfache Reflexionen notwendig ist.

In FIG 3 ist eine Reflektionskammer 4 dargestellt, deren Höhe größer als das Doppelte des Scheibendurchmessers ist. Die große Höhe hat zur Folge, daß der die inhomogenen Intensitätsverteilungen verursachende Emissionswinkel relativ zur Scheibennormalen kleiner wird. Damit wird auch der Anteil des Lampenlichts bzw. der Wärmeabstrahlung der Halbleiterscheibe 1 reduziert, der zu inhomogenen Intensitätsverteilungen führt. Bei dieser Anordnung zur Ausführung des erfindungsgemäßen Verfahrens müssen vorteilhafterweise keine besonderen Maßnahmen getroffen werden, um die Verteilung des Lampenlichts zu verbessern.

FIG 4 zeigt eine Reflektionskammer 4, die die Form eines in die Länge gezogenen Oktaeders aufweist. Durch diese besondere Reflektorgeometrie wird erreicht, das Licht, welches von einem beliebigen Ort auf der Halbleiterscheibe 1 oder von den Lampen emittiert wird, nicht auf bevorzugte Gebiete der Scheibe gelangt, sondern sich gleichmäßig über die Scheibe verteilt. Sowohl das Lampenlicht als auch die zurückreflektierte Wärmeabstrahlung werden gleichzeitig homogen.

Bei allen Ausführungsbeispielen wirkt es sich günstig aus, wenn die Fläche in der Scheibenebene zwischen Scheibenrand und den Reflektorwänden sehr klein ist, so daß kaum mehrfache Reflexionen stattfinden können. Eine zylindrische Reflektionskammer, deren Zylinderradius dem Scheibenradius angepaßt ist (z. B. Zylinderradius \leq Scheibenradius + 0,5 cm), erfüllt diese Forderung am besten.

Als typische Temperzyklen für die gegebenen Ausführungsbeispiele werden folgende Werte vorgeschlagen:

Zyklus 1 (vergleiche Kurve I und III in FIG 5):
Hochheizen mit 200° C/sec auf 1100° C

Verbleiben auf 1100 °C für 5 sec
 Abkühlen durch die natürliche Wärmeabstrahlung
 Zyklus 2 (vergleiche Kurve II und IV in FIG 5):
 Hochheizen mit 20 °C/sec auf 1100 °C
 Verbleiben auf 1100 °C für 30 sec
 Abkühlen durch die natürliche Wärmeabstrahlung
 FIG 5 zeigt ein Diagramm in dem die zu erwartenden, theoretisch errechneten, gemittelten Temperaturverteilungen dargestellt sind. Bei einem den herkömmlichen Verfahren entsprechenden Reaktor (z. B. Höhe = 10 cm, Breite = 20 cm, Tiefe = 20 cm) tritt nicht nur die bekannte unerwünschte Temperaturerhöhung am Randbereich der Halbleiterscheibe auf (vergleiche Kurve I und II), sondern es zeigt sich auch ein großer Unterschied der Temperaturverteilungen nach Zyklus 1 (Kurve I) und Zyklus 2 (Kurve II), was bei dem erfindungsgemäß ausgeführten Verfahren (Kurve III und IV) nicht der Fall ist. Insgesamt belegen diese Kurven die deutliche Verbesserung, die durch die in den Ausführungsbeispielen beschriebenen Maßnahmen eintritt.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Kurzzeitempern einer Halbleiterscheibe durch elektromagnetische Bestrahlung, mit einer Bestrahlungsanordnung zur Erwärmung der vorzugsweise von einer Quarzkammer (2) umgebenen Halbleiterscheibe (1), die aus mehreren Lichtquellen besteht, durch deren Licht die Halbleiterscheibe (1) mindestens einseitig bestrahlt wird, sowie aus einer als Reflektor verwendeten Reflektionskammer (4), die die Halbleiterscheibe (1) und die Lichtquellen ganz einschließt,
dadurch gekennzeichnet,
 daß eine Bestrahlungsanordnung, insbesondere ein Reflektordesign verwendet wird, die so beschaffen ist, daß bei Ausführung des Verfahrens die Halbleiterscheibe (1) so bestrahlt wird, daß eine gleiche Temperatur im mittleren (6) und im Randbereich (5) der Halbleiterscheibe (1) mittels einer je für sich über der Halbleiterscheibe (1) homogenen Intensitätsverteilung des Lichts und der Wärmeabstrahlung der Halbleiterscheibe (1) erzielt wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
 daß eine vorzugsweise quaderförmige Reflektionskammer (4) verwendet wird, in deren Reflektorwände, vorzugsweise in den Randbereichen der zur Halbleiterscheibe (1) parallelen oberen und unteren Reflektorwand, Rückstrahler (7) angeordnet sind.
3. Verfahren nach Anspruch 2,
dadurch gekennzeichnet,

daß als Rückstrahler (7) vorzugsweise Tripelspiegel oder Spiegellinsen verwendet werden.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3,
dadurch gekennzeichnet,
 daß eine quaderförmige Reflektionskammer (4), deren Höhe etwa gleich, vorzugsweise aber größer als ihre Breite ist, verwendet wird.
5. Verfahren nach Anspruch 4,
dadurch gekennzeichnet,
 daß eine würfelförmige Reflektionskammer (4), deren Kantenlänge etwa 1,3 mal größer als der Durchmesser der Halbleiterscheibe (1) ist, verwendet wird, wobei die Lichtquellen vorzugsweise so angeordnet werden, daß außerhalb der Scheibenprojektion nur ein geringer Beitrag zur Intensitätsverteilung des Lichts entsteht.
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3,
dadurch gekennzeichnet,
 daß eine quaderförmige Reflektionskammer (4), deren Höhe mehr als 2 mal größer als der Durchmesser der Halbleiterscheibe (1) ist, verwendet wird.
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3,
dadurch gekennzeichnet,
 daß eine Reflektionskammer (4), die die Form eines in die Länge gezogenen Oktaeders aufweist, verwendet wird.
8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3,
dadurch gekennzeichnet,
 daß eine zylindrische Reflektionskammer, deren Zylinderradius nur wenig, insbesondere etwa 0,5 cm, größer als der Scheibenradius ist, verwendet wird.
9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8,
dadurch gekennzeichnet,
 daß für den Reflektor Materialien hoher Reflektivität, insbesondere Gold oder Aluminium, verwendet werden.

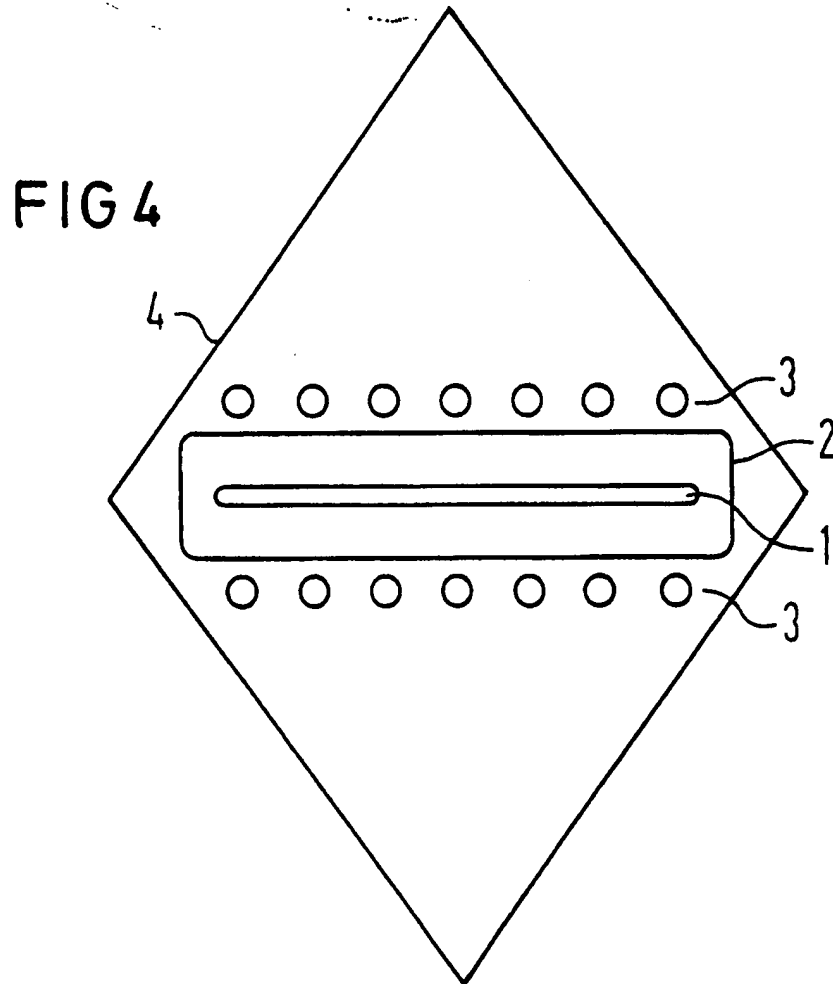
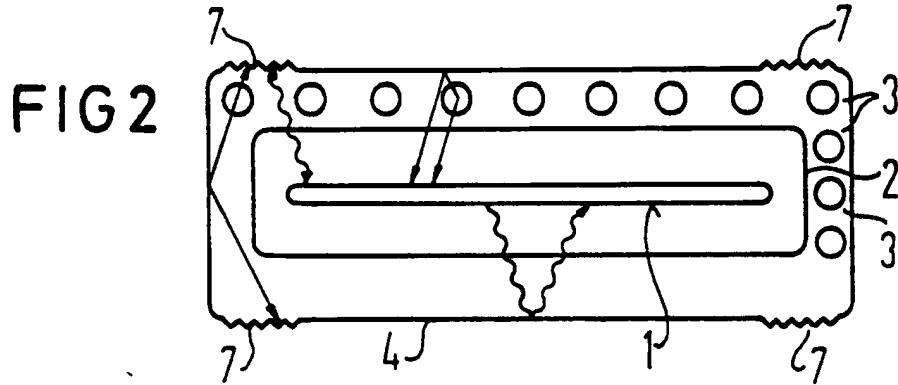
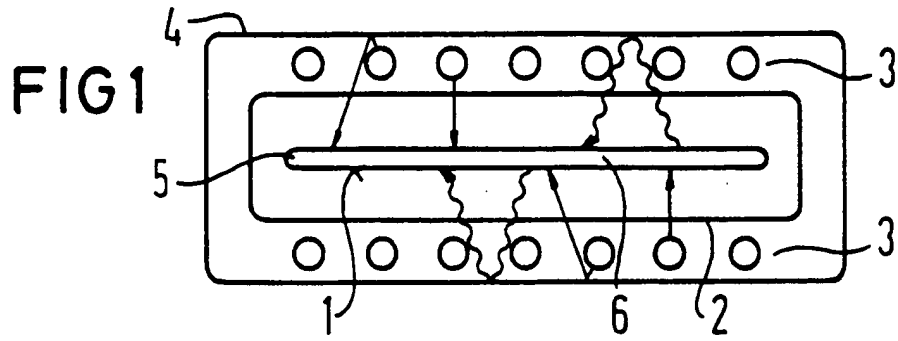


FIG 3

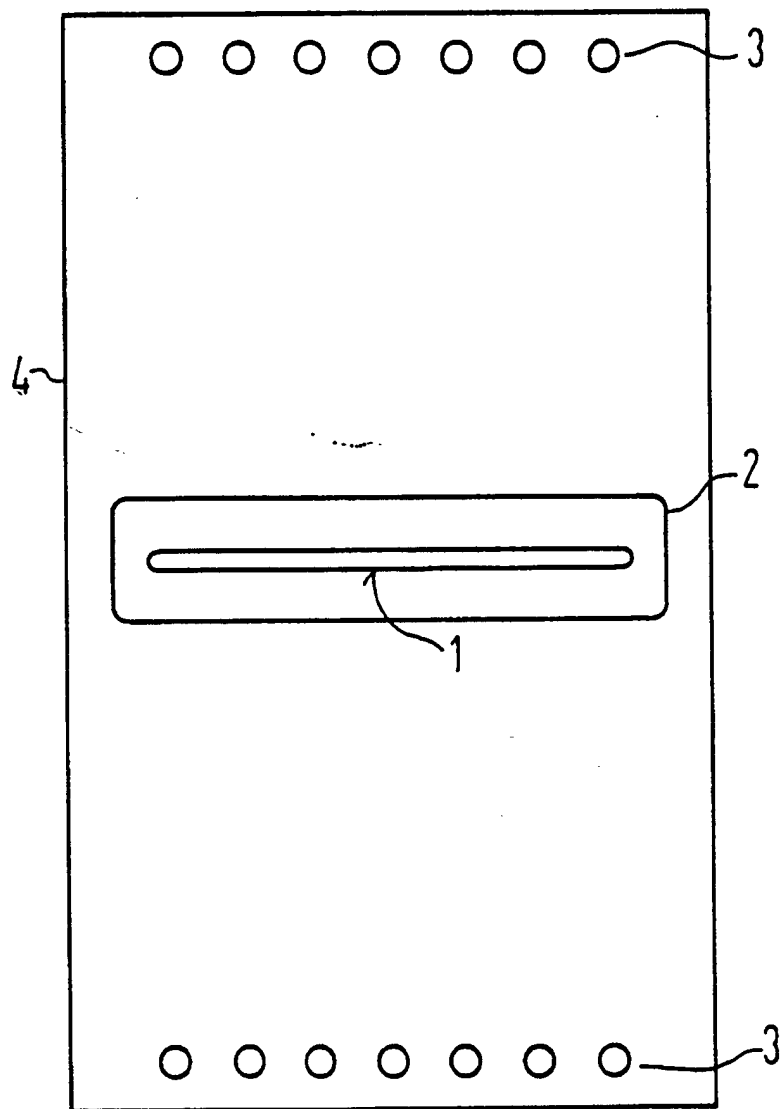


FIG 5

